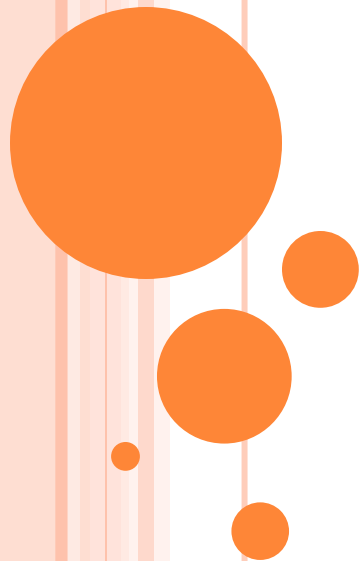


ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Фомина Ирина Александровна
доцент кафедры ИАНИ ИИТММ



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Системный анализ — научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или постоянными элементами исследуемой системы.

Ключевые термины, которые используются в системном анализе:

- система;
- проблема;
- модель.
- методология.



СИСТЕМА

- система рассматривается как взаимосвязанный комплекс материальных объектов — такой подход удобен при исследовании природных объектов или процессов материального производства;
- система рассматривается как бы состоящей из двух частей: она включает, с одной стороны, набор материальных объектов, а с другой — информацию об их состояниях. Такой подход принят в описании процессов управления материальным производством;
- система рассматривается в чисто информационном аспекте, то есть как некоторый комплекс отношений (связей, информации). Такой подход используется в задачах, связанных с социально-экономическими отношениями и процессами управления.

Система (в общем случае) — любой объект, который одновременно рассматривается и как единое целое и как совокупность разнородных элементов, объединенных для достижения поставленных целей.



ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЫ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

- Наличие большого числа элементов.
- Сложный характер связей между отдельными элементами.
- Сложность функций, выполняемых системой.
- Возможность разбиение системы на подсистемы, цели функционирования которых подчинены общей цели системы.
- Наличие управления, как правило, сложно организованного.
- Необходимость учёта взаимодействия с внешней средой.
- Воздействие случайных факторов.



СПЕЦИФИКА И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

- Опирается на понятия теории систем и системно-структурные методы описания объекта исследования.
- Направлен на решение конкретной практической проблемы
- Применяется в тех случаях, когда проблема не может быть сразу представлена с помощью формальных математических методов.
- Уделяет большое внимание процессу постановки задачи.
- Использует методы количественного и качественного анализа.
- Для решения проблем использует знания специалистов разных профессий
- Требуется разработки методики системного анализа, определяющей последовательность этапов проведения анализа и методы их выполнения.
- Исследует процессы постановки целей и разработки средств работы с целями.



ТЕОРИЯ СИСТЕМ

- Раздел математики, который изучает поведение сложных систем.
- Наиболее общий термин «теория систем» относится к всевозможным аспектам исследования систем.
- Ее основные части:
 - **системный анализ**, под которым понимается исследование проблемы принятия решения в сложной системе,
 - **кибернетика**, рассматриваемая как наука об управлении и преобразовании информации.
- Различие: кибернетика изучает отдельные процессы, а системный анализ — совокупность процессов и процедур.



Истоки системного анализа

- **Исследование операций** — дисциплина, занимающаяся разработкой и применением методов нахождения оптимальных решений на основе математического и статистического моделирования, и различных эвристических подходов в различных областях человеческой деятельности
- **Теория управления** — наука о принципах и методах управления различными системами, процессами и объектами. Суть теории управления состоит в построении на основе анализа данной системы, процесса или объекта такой абстрактной модели, которая позволит получить оптимальный алгоритм управления ими в динамике для достижения заданных целей управления.



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

- это прикладная дисциплина, которая занимается проблемой принятия решений в сложных ситуациях, когда выбор альтернативного варианта из множества возможных требует анализа сложной информации;
- это использование возможностей вычислительной техники;
- это комплекс специальных процедур, приёмов, методов, обеспечивающих реализацию системного подхода (комплексного, всестороннего).

Системный анализ — это совокупность методов принятия решений, основанных на использовании ЭВМ и ориентированных на исследование сложных технических, экономических, социальных и т.п. систем.



МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

- принцип “разделяй и властвуй”
- принцип иерархического упорядочивания.

Системный подход – совокупность методологических принципов и концепций, позволяющих

- рассматривать каждый элемент системы в его связи и взаимодействии с другими элементами и внешней средой;
- прослеживать изменения, происходящие в системе при изменении отдельных её звеньев и внешней среды;
- изучать специфические системные качества;
- делать обоснованные выводы относительно закономерностей развития системы;
- определять рациональные режимы её функционирования, поведения.



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

- выявлять и четко формулировать конечную цель;
- рассматривать всю проблему как целое, как единую систему;
- выявлять все последствия и взаимосвязи каждого частного решения;
- согласовывать цели подсистем с общей целью системы;
- выявлять и анализировать возможные альтернативные пути достижения цели и выбирать из них наиболее предпочтительные.

Результат системных исследований — выбор вполне определенной альтернативы действий: плана развития региона, параметров конструкции и т.п.



МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

- ▣ **Моделирование** — процесс отображения реально существующего или проектируемого объекта в форме идеального образа — модели.
- ▣ **Модель** — это математически реализованная система, которая в процессе анализа заменяет реальную систему, сохраняя некоторые, наиболее важные для её исследования, черты.

Процесс моделирования включает построение модели, изучение ее свойств и перенос полученных результатов на реальный объект. Модель является либо изоморфным, либо гомоморфным образом объекта



Виды моделей

- ▣ **Статические модели** описывают содержательную сторону системы. Они могут быть:
 - функциональными, т.е. описывать принципы функционирования системы;
 - информационными, т.е. описывать структуру информации, на основе которой функционирует система;
 - структурными, т.е. описывать структуру системы.
- ▣ **Имитационные модели** позволяют моделировать поведение системы в зависимости от вводимой исходной информации.
- ▣ **Динамические модели** позволяют моделировать поведение системы во времени, учитывая фактор ее развития.



ТЕХНОЛОГИЯ МАШИННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Схема вычислительного эксперимента:

1 этап. Содержательное описание объекта :

- определяются основные характеристики объекта, основные параметры и закономерности;
- выделяется система показателей (или показатель), которая может служить качеством управления.

Пример: Задача «двух картошек».

Фирма, специализирующаяся на производстве замороженных пищевых полуфабрикатах, выпускает 3 различных продукта. В начале технологического процесса необработанный картофель сортируется по размеру и качеству, после чего его распределяют по различным поточным линиям. Фирма может закупать картофель у двух различных поставщиков. Известны объёмы продуктов 1, 2, 3, которые можно получить из одной тонны картофеля для каждого из поставщиков. Считаются заданными максимальные объёмы производства каждого из видов продукции. Кроме того, известна «относительная прибыль», которую получит фирма при покупке картофеля у поставщика 1 и поставщика 2. Требуется определить, какое количество картофеля надо закупить у каждого из поставщиков, чтобы «относительная прибыль» была максимальной.



2 этап. Построение математической модели

На этом этапе осуществляется перевод выявленных зависимостей и параметров на математический язык. Целью создания моделей являются описание и оптимизация некоторого объекта или процесса. Использование моделей обеспечивает проведение анализа в системах поддержки принятия решений. Модели, базируясь на математической интерпретации проблемы, при помощи определенных алгоритмов способствуют нахождению информации, полезной для принятия правильных решений.

Математическая модель включает:

- 1. Исходные параметры**
- 2. Варьируемые параметры**
- 3. Ограничения**



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРИМЕРА

1. Исходные параметры:

n – количество поставщиков

m – количество видов выпускаемой продукции

$i = \overline{1, n}$ – номера поставщиков

$j = \overline{1, m}$ – номера продуктов

$A = ||a_{ij}||$ – матрица показателей, где a_{ij} – объём j -го продукта, который можно получить из одной тонны картофеля i -го поставщика ($i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$)

c_i – «относительная прибыль» при покупке картофеля у i -го поставщика ($i = \overline{1, n}$)

b_j – максимальный объём выпускаемой продукции j -го типа ($j = \overline{1, m}$)

2. Варьируемые параметры

x_i – количество картофеля, закупаемого у i -го поставщика ($i = \overline{1, n}$)

3. Ограничения

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot x_i \leq b_j \quad (1)$$

– означает, что i -ый продукт должен выпускаться в количестве, не превышающем максимальный объём ($j = \overline{1, m}$)

$$x_i \geq 0 \quad (2)$$

– условия не отрицательности объёмов закупок



3 этап. Постановка оптимизационной задачи

На этом этапе осуществляется формализация цели. Определяется целевая функция, которая является критерием эффективности управления. Поиск решения чаще всего предполагает определение таких значений управляемых переменных, которые обеспечивают оптимум по одной из целей и допустимые уровни качества функционирования системы с точки зрения других целей.

Критерий (для примера)

$$\sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i \rightarrow \max \quad (3)$$

— означает максимизацию суммарной прибыли.

Таким образом, задача заключается в нахождении таких объёмов закупок, при которых выполняются ограничения (1), (2) и значение критерия (3) будет максимальным.

Полученная задача является задачей линейного программирования.



4 ЭТАП. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

На этом этапе осуществляется разработка собственных алгоритмов или применение уже известных, хорошо зарекомендованных алгоритмов.

Исходные данные задачи.

$$n = 2, m = 3$$

$$i = \overline{1,2}, j = \overline{1,3}$$

$$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,3 \\ 0,2 & 0,1 \\ 0,3 & 0,3 \end{pmatrix}$$

$$\vec{b} = (1.8, 1.2, 2.4)$$

$$\vec{c} = (5, 6)$$

Ограничения

- $0,2x_1 + 0,3x_2 \leq 1,8$
- $0,2x_1 + 0,1x_2 \leq 1,2$
- $0,3x_1 + 0,3x_2 \leq 2,4$
- $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

Критерий

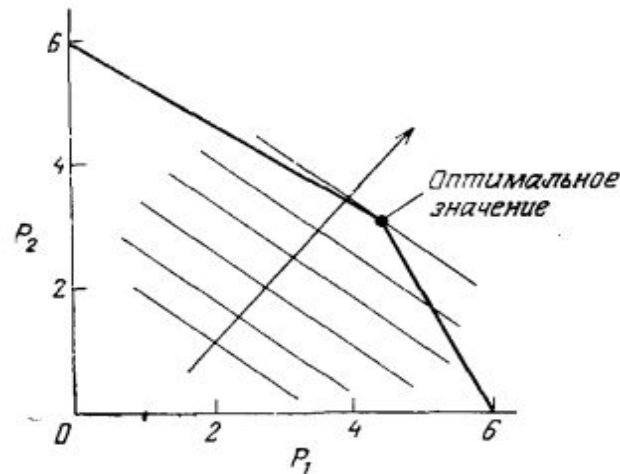
- $5x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$



5 ЭТАП. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ.

На этом этапе осуществляется выбор и обоснование программных средств реализации.

Пример: Учитывая, что количество переменных равно двум, решение может быть найдено графически.



Оптимальные значения x_1 и x_2 можно вычислить путем совместного решения двух линейных уравнений

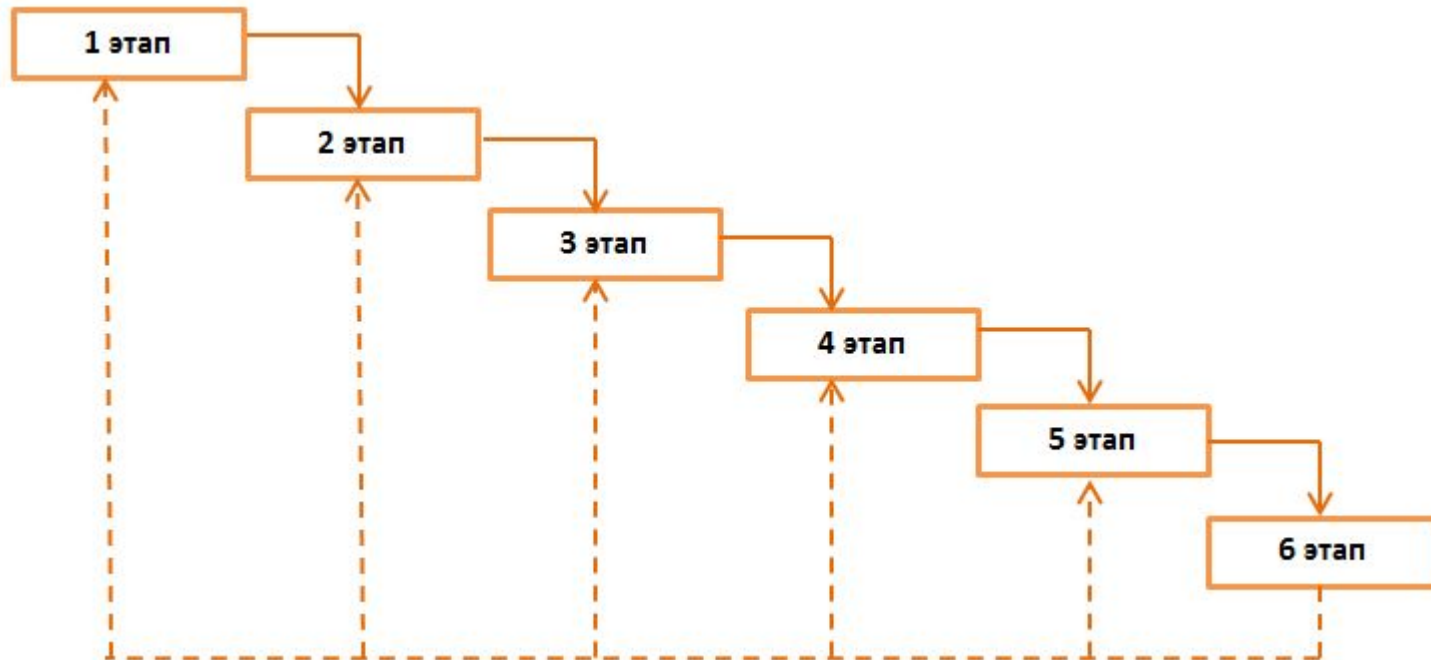
- $0,2x_1 + 0,3x_2 = 1,8$
- $0,2x_1 + 0,1x_2 = 1,2$
- $x_1 = 4,5; x_2 = 3$

Значение целевой функции при этом равняется 40,5.



6 ЭТАП. ВНЕДРЕНИЕ

Использование результатов на практике. Схема вычислительного эксперимента – схема с обратной связью. Если на этом этапе выяснилось, что полученное решение не адекватно исследуемому объекту, то необходимо провести анализ и выявить причины неадекватности.



КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ



Методы математического программирования:

- ☐ линейное программирование
- ☐ нелинейное программирование
- ☐ динамическое программирование
- ☐ параметрическое программирование
- ☐ стохастическое программирование
- ☐ линейное программирование
- ☐ эвристическое программирование



КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Если функция цели и ограничения – линейные, то могут быть применены методы *линейного* программирования.



КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Если необходимо найти экстремум функции многих переменных при наличии линейных или нелинейных ограничений на эти переменные, то применяются методы *нелинейного* программирования



- ✓ Если коэффициенты целевой функции могут принимать различные значения в некоторых интервалах, то в этом случае применяются методы *параметрического* программирования.
- ✓ Если коэффициенты целевой функции могут изменяться во времени, то в этом случае применяются методы *динамического* программирования.
- ✓ Если некоторые параметры, входящие в целевую функцию и ограничения, накладываемые на решение, представляют собой случайные величины то в этом случае применяются методы *стохастического* программирования.
- ✓ В процессе управления могут возникать конфликтные ситуации, когда интересы участников не совпадают. В этом случае применяются методы *теории игр*.
- ✓ *Эвристическое* программирование дает возможность найти решение в тех случаях, когда классические методы оптимизации бессильны. Методы эвристического программирования применяют в задачах большой размерности, требующих перебора большого числа различных решений.

